

Instituto Superior de Engenharia de Lisboa
Licenciatura em Engenharia Informática e Multimédia (LEIM)
Processamento Digital de Sinais

Trabalho Prático 1 - Síntese e Análise de Sinais
2021/2022

Motivação e Objectivos:

- Representação de informação no domínio do tempo, da frequência e geo-espacial.
- Implementação de scripts simples que envolvam sinusóides, somas de sinusóides e representação no tempo/frequência;
- Sintetizar notas musicais usando vários métodos;
- Compreensão das ferramentas de análise na frequência no contexto da análise de sinais periódicos.

Entrega: deve ser realizado um Jupyter Notebook e submetido um zip em conjunto com os ficheiros auxiliares via moodle.

I. Geração de Sinais

1. Use a função plot para representar os seguintes sinais contínuos (use a base de tempo que achar adequada):
 - a) $a(t) = 2 \cos(2\pi 19t) + 5 \sin(2\pi 20t)$
 - b) $b(t) = (1 + \frac{1}{2} \cos(2\pi 12t)) \cos(2\pi 200t)$
 - c) $c(t) = e^{-20t^2} \cos(2\pi 100t)(u(t+3) - u(t-3))$
 - d) $d(t) = \frac{4}{\pi} \sum_{k=1}^N \frac{\sin(2\pi(2k-1)f_0 t)}{2k-1}$, onde $f_0 = 5\text{Hz}$. Valide o resultado separadamente com $N \in \{1, 10, 1000\}$
 - e) $e(t) = \frac{8}{\pi^2} \sum_{k=1}^N (-1)^k \left(\frac{\sin(2\pi(2k-1)f_0 t)}{(2k-1)^2} \right)$, onde $f_0 = 1\text{Hz}$. Valide o resultado separadamente com $N \in \{1, 10, 1000\}$
2. Analise os sinais no domínio da frequência, representando os espectro de amplitude usando a *fft*.
3. Represente os espectrogramas de modo a analisar simultaneamente o domínio tempo e frequência.

II. Síntese de notas musicais

4. Desenvolva uma função que crie composições musicais baseadas em sinusóides. A função tem como argumentos de entrada uma lista de tuplos representantes das notas e suas durações no formato (nota, número de unidades de tempo) e a unidade de tempo (em bpm). A nota deve ser expressa usando a notação ABC, exemplo: (('c', 4), ('e', 4), ('g', 4), ('c5', 1)). A função deve retornar um array com as amplitudes instantaneas correspondentes à composição musical. Deve exemplificar o funcionamento da função com uma composição onde varie a frequência e a duração das notas. Visualize o sinal no domínio do tempo e na frequência (espectro e espectrograma). Oíça o sinal criado e altere os bpm's para verificar as diferenças. Para os mais entusiastas sugere-se a exploração da utilização de vários canais, exemplo: melodia e acordes.
5. Crie uma nova versão da função onde seja implementada o modelo ADSR de modo a que as notas criadas sejam menos artificiais. Deverá ser possível parametrizar o tempo de Attack/Decay/Sustain/Release em percentagem do tempo da nota / ou em alternativa com valores constantes. Analise as diferenças comparando com a versão original.
6. Crie uma nova versão da função onde em vez das sinusóides use ondas triangulares, dentes de serra e outra à sua escolha. Use os ipywidgets de modo a criar um interface que permita seleccionar as várias alternativas.

III. Processamento e visualização de informação geográfica.

7. O processamento de informação geográfica é uma ferramenta cada vez mais útil em múltiplas aplicações. Pretende-se estudar uma etapa da volta a França em bicicleta de 2019 (a 14ª etapa) - resumo do que aconteceu aqui <https://www.cyclingnews.com/races/tour-de-france-2019/stage-14/results/>. São fornecidos ficheiros json com os dados de vários participantes e pretende-se que sejam explorados usando o jupyter e o ipyleaflet. Pretende-se que seja desenhada a etapa (com polígonos), calculados o nº de km a subir e a descer, determinada a velocidade média (em todo o percurso e separadamente nos troços a subir e a descer), a distância em plano, etc. Devem comparar ainda a evolução do participante que ficou melhor colocado com a do que ficou pior colocado.